

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВА СТЕКЛОПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ p-n ПЕРЕХОДА

А. А. Нестеренко

Научный руководитель – к.т.н., доцент НОЦ им. Н. М. Кижнера А. А. Дитц

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, [nastyanest99@yandex.ru](mailto:nastyanest99@yandex.ru)

Получение качественных полупроводниковых приборов во многом определяется тем, насколько хорошо сформирована изоляция активных областей. Герметизация p-n переходов главным образом влияет на такие характеристики приборов как температурный диапазон использования, радиационная стойкость, величина токов утечек, пробивное напряжение и др. Для производства полупроводниковых приборов с изоляцией так же важны некоторые характеристики – технологическая сложность, воспроизводимость, возможность применения групповой технологии, надежность, площадь и топология кристаллов и др. Способы, используемые в настоящем, не удовлетворяют возрастающим с каждым годом требованиям. Одним из перспективных материалов для замены является стекло [1].

Целью данной работы является разработка и исследование свойств состава стекла для защиты подложки из металлического кремния.

Для долгосрочной и надежной эксплуатации изделий со стеклопокрытием должны быть учтены основные требования к стеклу [2]:

- состав стекла не должен содержать щелочных металлов;
- температура обжига покрытия до 1 000 °С;
- коэффициент термического расширения (КТР) согласован с КТР монокристалла кремния.

Для достижения поставленной цели и уменьшения объема экспериментальных работ

проводили моделирование составов стекла в программе Sciglass. Сравнение составов проводили по следующим данным: КТР, температура при вязкости  $\log \eta = 2$ , плотность, поверхностное натяжение, температура стеклования.

В работе анализировали составы в следующих системах  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ ;  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-BaO}$ ;  $\text{PbO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ;  $\text{B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ . Для проведения экспериментальных варок были выбраны составы стекол в системах  $\text{SiO}_2\text{-PbO-Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{ZnO-B}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-SiO}_2$ , области составов указаны на рисунке 1. Для выбранных составов рассчитаны свойства, которые представлены в таблице 1.

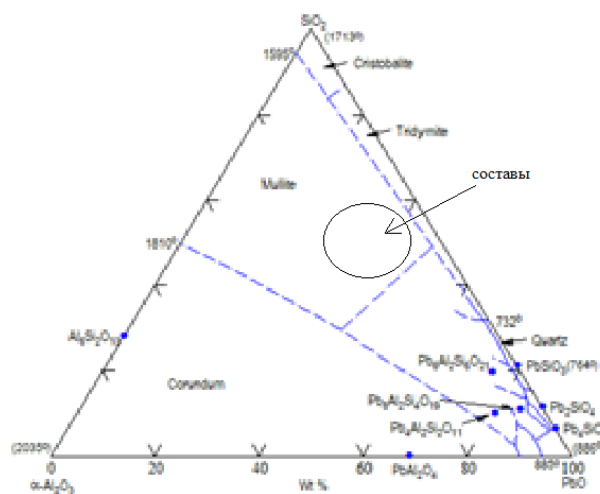


Рис. 1. Диаграмма состояния трёхкомпонентной системы  $\text{PbO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$

Таблица 1. Свойства выбранных стекол

Состав	КТР, $\text{K}^{-1}$	Вязкость, $\log(\eta)=2$ , °С	Плотность $\rho$ , $\text{кг/м}^3$	Диэлектрическая проницаемость $\epsilon$	Поверхностное натяжение $\sigma \cdot 10^{-1}$ , $\text{Н/м}^2$	Температура стеклования $T_g$ , К
1-01	3,56	1693	3310	6,21	2,82	891,7
1-03	3,58	1694	3310	6,21	2,82	891,8
1-05	3,60	1697	3320	6,20	2,82	891,9
2-01	3,27	1784	3160	5,99	2,95	905,2
2-03	3,29	1784	3160	5,99	2,95	905,3
2-05	3,31	1784	3170	5,99	2,95	905,4
3	3,18	855,7	3820	9,34	3,44	818,4

При рассмотрении результатов моделирования выбранных стеклообразующих систем можно сделать следующие выводы:

- в системе  $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--B}_2\text{O}_3$  присутствуют области составов КТР которых близок к КТР подложки, но варка стекол происходит при более высоких температурах, также более высокими являться и другие температуры;

- в системе  $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--BaO}$  основная часть областей составов с КТР выше чем КТР подложки;
- в системах  $\text{SiO}_2\text{--PbO--Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{ZnO--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--SiO}_2$  много областей составов с КТР близким к КТР подложки и варка этих стекол происходит при меньших температурах.

### Список литературы

- 1 Саркаров Т. Э. Способ защиты поверхности кристаллов p-n переходов от различных внешних воздействий // Неделя Науки: сборник материалов конференции, 2017. – С. 164–166.
- 2 Казьмина О. В., Беломестнова Э. Н., Дитц А. А. Химическая технология стекла и сплавов: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 170 с.

## СИНТЕЗ КАТИОН-МОДИФИЦИРОВАННОГО ГИДРОКСИАПАТИТА И БИОТЕСТИРОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ НА ЕГО ОСНОВЕ

Д. Е. Нечепуренко

Научный руководитель – к.х.н., доцент Н. М. Коротченко

Национальный исследовательский Томский государственный университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, panda160500@gmail.com

Создание и исследование материалов, входящих в состав костных имплантов, является актуальной задачей в настоящее время. Идеальный материал для замены костной ткани должен быть биосовместимым, биоразлагаемым, аналогичным натуральной кости, в дефект которой он будет имплантирован; его механические свойства и развитая структура должны облегчать клеткам организма их жизнедеятельность, что позволит с течением времени полностью заменить имплант новой костной тканью.

Цель данного исследования заключается в изучении фазового состава, физико-химических и бактерицидных свойств синтезированных образцов  $\text{CuGA}$  в зависимости от содержания модифицирующих ионов меди (II).

В ходе исследования выполнены задачи: 1) микроволновый синтез образцов гидроксиапатита (ГА), модифицированных ионами  $\text{Cu}^{2+}$  при разном их содержании (от 0,01 до 0,1 мол. дол.); 2) оценка фазового и элементного состава выделенных образцов  $\text{CuGA}$  методами РФА и РСМА; 3) определение растворимости порошков  $\text{CuGA}$  в физиологическом растворе (0,9 % (мас.  $\text{NaCl}$ ) при 37 °С; 4) изучение влияния образ-

цов  $\text{CuGA}$  на раневую грамположительную микрофлору по результатам биотестирования их по отношению к золотистому стафилококку (*Staphylococcus aureus*).

Выбор ионов меди для модифицирования синтезированного гидроксиапатита обусловлен тем, что они обладают высокой антибактериальной активностью и, по сравнению с ионами других металлов жизни (кальция, магния, цинка, др.), активнее реагируют, образуя более устойчивые комплексы с аминокислотами и белками.

Образцы  $\text{CuGA}$  были получены в результате жидкофазного осаждения из водных растворов с  $\text{pH} \approx 11$  (при постоянном контроле) в условиях продолжительного микроволнового воздействия на реакционную смесь. Выделенный осадок ГА отстаивался в течение нескольких десятков часов и, после его отделения от маточного раствора фильтрованием, высушивался в шкафу, после чего измельчался и прокаливался в муфельной печи [1].

По результатам РФА образцы  $\text{CuGA}$  в основном двухфазные (основная фаза – гидроксиапатит  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{OH}$ ), но в небольшом количестве обнаружены медь-содержащие фосфаты. Умень-